

# SMD

## część 2

**Druga część artykułu poświęconego elementom i technice montażu powierzchniowego zawiera informacje na temat znakowania elementów, oraz montażu i lutowania zarówno w warunkach przemysłowych, jak i ręcznie.**

### Oznakowanie

W przypadku małych elementów o wymiarach rzędu milimetra oczywistym jest brak miejsca na oznakowanie. Rezystory, kondensatory i najmniejsze cewki SMD w ogóle nie mają żadnych oznaczeń. Diody, tranzystory i inne podobne maleństwa mają oznaczenia w postaci dwu lub trzyznakowego kodu. Na przykład dioda Zenera BZX84C5V1 ma oznaczenie Z2, podwójna dioda Schottky'ego BAS70-06 ma oznaczenie D98, a tranzystor BCW71 - K1. Nie ma tu żadnego kodu-klucza - trzeba mieć tabele z pełnymi i skróconymi oznaczeniami. Natomiast układy scalone oznaczane są „normalnie”, to znaczy podany jest typ np. LM339.

Brak oznaczeń nie jest żadną przeszkodą przy masowej produkcji z pomocą automatów, przekreśla jednak możliwość „rozrysowania” układu na podstawie oznaczeń elementów. Utrudnia także ewentualną naprawę, ale to nie ma dziś większego znaczenia, bo koszty naprawy często byłyby wyższe niż wyprodukowanie nowego modułu (urządzenia).

Brak oznaczeń lub oznaczenia kodowane jest jednak dużym utrudnieniem dla hobbystów, którzy chcieliby wykorzystywać elementy SMD z odzysku.



Fot. 3 Zautomatyzowana linia produkcyjna

### Montaż i lutowanie

Przy montażu „zwykłych” płytek drukowanych, końcówki elementów są przewlekane przez otwory płytki - stąd angielskie określenie Trough Hole. W przypadku elementów SMD nie ma ani drutowych wyprowadzeń elementów, ani otworów w płytce. Dlatego elementy SMD muszą być wstępnie przyklejone do płytki a dopiero potem lutowane.

Jak się łatwo domyślić, seryjna produkcja opiera się na zautomatyzowanych liniach montażowych. Wydajność dobrych automatów montujących sięga 100000 elementów na godzinę (warto policzyć ile elementów jest montowanych w ciągu sekundy). Precyzyjne automaty montują elementy na płytce, a ingerencja człowieka ogranicza się jedynie do wizualnej kontroli poprawności montażu - zobacz fot. 3. Ostatnio i do tej roli wykorzystywane są kamery sprzężone z komputerem. Wyeliminowanie człowieka i wielka precyzja stosowanych automatów w całym procesie produkcji umożliwia uzyskiwanie rewelacyjnie niskiej, niespotykanej wcześniej stopy błędów.

Elementy SMD dostarczane są zwykle w taśmach. Przykład pokazuje **fotografia 4**. Szpula zawiera od kilkuset do kilku tysięcy elementów. Taki sposób pakowania jest jedną z przyczyn, dla których elementy SMD są praktycznie nieosiągalne w ilościach detalicznych. Jest to kolejna bardzo istotna bariera dla hobbystów, którzy oczywiście nie zdecydują się na kupno kilku(nastu) szpul zawierających razem co najmniej kilkanaście tysięcy elementów. Tym samym ich sytuacja przypomina kogoś, komu daje się do polizania pyszny lizak, ale... przez szybę.

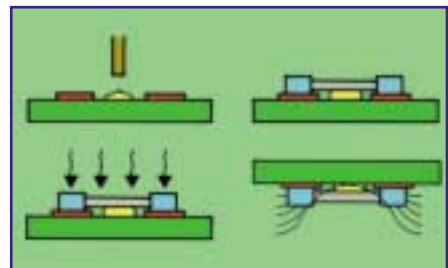
Z drugiej strony, pakowanie tych elementów w tak dużych opakowaniach jednostkowych pozwala obniżyć ich cenę. W konsekwencji urządzenia montowane



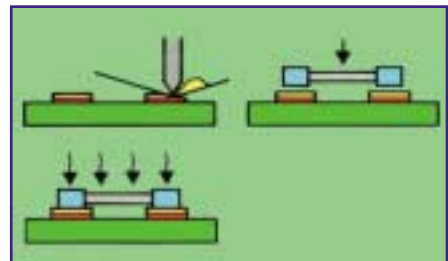
Fot. 4 Amunicja SMD

masowo z elementów SMD zdecydowanie wygrywają w konkurencji z klasycznymi elementami „przewlekаныmi”. Wygrywają nie tylko ze względu na cenę, ale również ze względu na większą niezawodność, mniejszy ciężar, wymiary. Należy także mieć świadomość, że krótsze ścieżki i mniejsze wymiary także są korzystne ze względu na podatność na zewnętrzne zakłócenia.

Jak nadmieniono powyżej, elementy SMD muszą być wstępnie przyklejone do płytki, a potem lutowane. Od lat znane są dwa główne sposoby lutowania. Ilustrują to **rysunki 1 i 2**.



Rys. 1 Lutowanie na fali



Rys. 2 Lutowanie rozplływowe



Fot. 5 Ręczny montaż elementów SMD

Rysunek 1 pokazuje sposób zbliżony do lutowania zwykłych „przewlekanych” płytek. Samo lutowanie odbywa się na tak zwanej fali - w naczyniu z ciekłą cyną (stopem lutowniczym) wytwarzana jest najprawdziwsza fala i elementy są lutowane przez zanurzenie w cynie, a konkretnie właśnie w grzbiecie fali wytworzonej na powierzchni roztopionej cyny. Różnica w stosunku do płytek „przewlekanych” polega na tym, że tam elementy są po prostu wetknięte w otwory, natomiast elementy SMD muszą być wcześniej przyklejone do powierzchni płytki na właściwych miejscach za pomocą specjalnego (nieprzewodzącego) kleju. Przebieg takiego procesu z grubsza przedstawia rysunek 1. Z powodu licznych wad obecnie ten sposób jest stosowany bardzo rzadko.

Drugi sposób to tak zwane lutowanie rozplływowe (reflow soldering). W sumie polega on na naniesieniu na pola lutownicze płytki specjalnej pasty lutowniczej, która na tym etapie pełni rolę kleju wstępnie mocującego elementy umieszczane na płytce. Pasta ta zawiera także, a raczej przede wszystkim, stop lutowniczy. Zmontowana płytka zostaje następnie podgrzana do takiej temperatury, w której następuje stopienie stopu lutowniczego zawartego w paście i tym samym trwałe połączenie mechaniczne i elektryczne elementów. Istnieje co najmniej kilka odmian tego sposobu lutowania, różniących się sposobem podgrzewania, czyli przekazywania ciepła. Warto zapamiętać, że może do tego być wykorzystane promieniowanie podczerwone (infrared). Może to być też sposób z wykorzystaniem fazy gazowej (Vapour Phase). Szczegóły są dość ciekawe, ale omówienie ich zajęłoby zbyt dużo miejsca i nie jest to wiedza potrzebna większości Czytelników EdW.

Na szczególną uwagę zasługuje natomiast istotna różnica w stosunku do montażu klasycznych, czyli „przewlekanych” płytek. Tam przy lutowaniu, zarówno na fali, jak i ręcznie, podgrzewane są jedynie stosunkowo cienkie końcówki elementów, a „wnętrza” elementu nagrzewa się niewiele. Zupełnie inaczej jest z elementami SMD. Niezależnie od sposobu lutowania, elementy montowane nagrzewają się do tempera-

tury praktycznie takiej, jaka jest potrzebna do stopienia stopu lutowniczego, czyli w praktyce do ponad  $+200^{\circ}\text{C}$ . Inaczej mówiąc wszystkie elementy SMD muszą wytrzymać taką temperaturę. Nietrudno się domyślić, że elementy SMD są lutowane w temperaturach znacząco niższych niż klasyczne elementy przewlekane. Nie może tu być mowy o zwiększaniu temperatury „na wszelki wypadek” - temperatura musi być ściśle określona, a ponadto bardzo ważny jest przebieg zmian temperatury.

Problem nie polega tu na małej odporności struktur krzemowych. Choć w katalogach podaje się dopuszczalną temperaturę złącza elementów krzemowych równą  $+150^{\circ}\text{C}$ , same struktury półprzewodnikowe wytrzymają znacznie wyższe temperatury. Problem polega głównie na szczelności obudów i naprężeniach mechanicznych związanych z różnymi współczynnikami rozszerzalności użytych materiałów. Zarówno sam wzrost temperatury, jak też szybkie zmiany temperatur mogą być przyczyną mechanicznych uszkodzeń elementów. I właśnie to jest poważny problem, o którym muszą pamiętać zarówno wytwórcy elementów SMD, a w nie mniejszym stopniu także technolodzy odpowiedzialni za proces montażu i montowania ich na płytkach. Właśnie dlatego w katalogach elementów SMD można znaleźć szczegółowe wskazówki dotyczące sposobu montażu, temperatur i dopuszczalnej szybkości zmian temperatury. Jedynie przestrzeganie tych zaleceń gwarantuje osiągnięcie założonego poziomu niezawodności. Zagadnienie to także jest ciekawe, ale z pewnością nie zmieści się w ramach tego artykułu. W zasadzie jest to problem te-



Fot. 6 Mały piec do lutowania rozplływowego firmy Weller

chnologów z wyspecjalizowanych firm, ale nie tylko.

Sprawa jest godna uwagi także dla tych wszystkich, którzy chcieliby montować elementy SMD ręcznie. I nie tylko o montaż tu chodzi. Praktyka dowodzi bowiem, że znaczna część amatorów (i nie tylko) stosujących elementy SMD wykorzystuje elementy z odzysku, czyli wylutowane z jakichś fabrycznych płytek. Jeśli demontaż zostanie przeprowadzony w drastyczny sposób, z pogwałceniem wspomnianych wskazówek, odzyskane elementy, nawet jeśli nie zostaną ewidentnie uszkodzone, mogą mieć radykalnie większą awaryjność.

## Montaż ręczny

Niektórzy amatorzy z niedowierzaniem podejść do informacji o ręcznym montowaniu elementów SMD. Sprawa nie wygląda jednak wcale tak beznadziejnie, jak można byłoby sądzić, biorąc pod uwagę wymiary elementów i wymagania odnośnie montażu. Przede wszystkim przed wdrożeniem jakiegokolwiek urządzenia do produkcji, muszą być wykonane i gruntownie przetestowane prototypy. Oczywiście do zmontowania jednej lub kilku sztuk płytek prototypowych nie będzie wykorzystywana potężna automatyczna linia produkcyjna, której zaprogramowanie kosztuje masę czasu i pieniędzy. Muszą być dostępne (i są) narzędzia, które pozwolą zmontować pojedyncze prototypy bez wielkiego nakładu kosztów, czyli... ręcznie. **Fotografia 5** pokazuje strzykawkę do nakładania pasty lutowniczej lub kleju oraz próżniową pincetę i lutownicę na gorące powietrze.

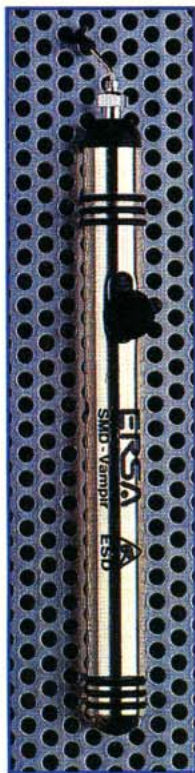
Istnieją także specjalne niewielkie stanowiska montażowe SMD, przeznaczone specjalnie do ręcznego montowania prototypów. Zmontowane płytki mogą być lutowane za pomocą gorącego powietrza (lub innego gazu) albo też w niewielkich piecach do lutowania rozplływowego. **Fotografia 6** przedstawia taki piec do lutowania płytek o wymiarach maksymalnych  $160 \times 100\text{mm}$ .

Fotografia 5 udowadnia, że próżniowa pinceta jest bardzo istotnym narzędziem przy montażu elementów SMD. **Fotografia 7** pokazuje dwie pincety próżniowe, a właściwie podciśnieniowe firmy Ersa. Jedna z nich podłączona jest do pompki ssącej, która wytwarza niezbędne podciśnienie, druga - znacznie prostsza działa na zasadzie dokładnie takiej samej jak odsysacz cyny.

Przy ręcznym montażu i demontażu, a zwłaszcza przy pracach serwisowych, używa się właśnie lutownic przekazywających ciepło za pomocą gorącego powietrza lub (lepiej) jakiegoś gazu o właściwościach ochronnych. **Fotografia 8**



Fot. 7 Pincety podciśnieniowe firmy Ers



Fot. 10 Podgrzewana pinceta do demontażu

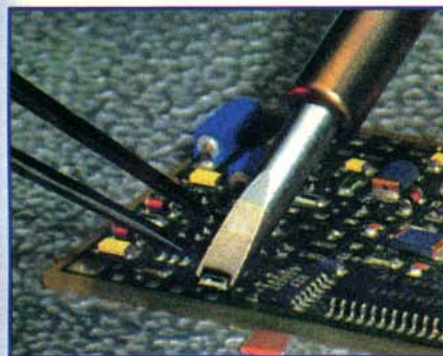
pełnie inny problem. Fotografia 10 pokazuje pincetę z grzałką do wylutowywania małych elementów. Z kolei fotografia 11 przedstawia narzędzie pozwalające sprawnie demontować i montować najróżniejsze układy scalone SMD.

nie robi lutownicy na gorące powietrze, ale może wykonać prostą pincetę podciśnieniową oraz wyposażyć swą lutownicę w grot odpowiedni dla małych „robaczków”. Pinceta podciśnieniowa jest wygodna i dobra, ale częściej używane są zwykłe pincety z cienkimi końcówkami - albo specjalne „elektroniczne” (droższe), albo zegarmistrzowskie.

Lutownicę do elementów SMD można łatwo zrobić samemu wyposażając swą „zwykłą” lutownicę w nasadkę - do-



Fot. 8 Stanowisko AG701S firmy Weller



Fot. 9 Końcówka grota lutownicy do SMD

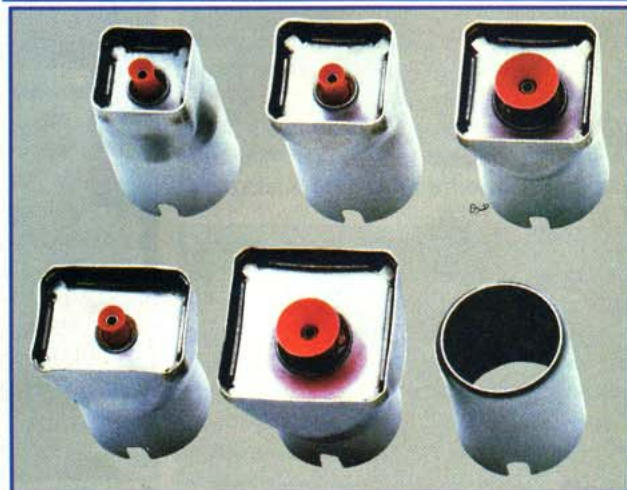
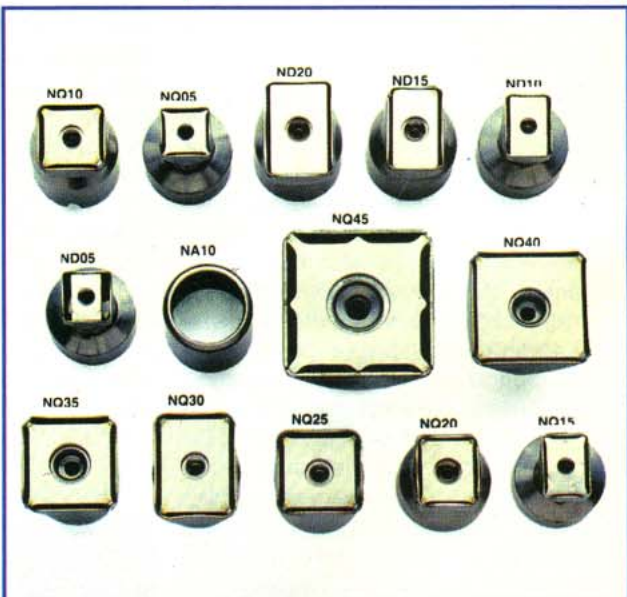
przedstawia stanowisko do tego rodzaju prac ręcznych, proponowane przez firmę Weller. Wykorzystuje się także klasyczne lutownice, ale najczęściej ze specyficznie ukształtowanymi końcówkami. Przykład pokazuje fotografia 9.

Ręczny montaż elementów SMD to jedna sprawa, natomiast demontaż to zu-

Żarówno przy montażu, jak przy demontażu, bardzo pożyteczne są także płyty grzejne, pozwalające równomiernie podgrzać (de)montowaną płytkę, co znakomicie zmniejsza stresy związane z nagłymi zmianami temperatury, a co ma istotne znaczenie ze względu na niezawodność.

Fotografia 12 przedstawia stację lutowniczą MICROTOUCH, gdzie miniaturowa końcówka lutownicy pozwala przeprowadzić precyzyjne prace nawet na bardzo gęsto upakowanych płytkach.

Wspaniałe narzędzia pokazane na fotografiach znakomicie spełniają swoją rolę, niemniej mają jedną istotną wadę - jak na kieszeń hobbysty są bardzo drogie. Oczywiście większe i mniejsze zakłady produkcyjne i serwisowe w coraz szerszym zakresie korzystają z pokazanych narzędzi. Ale amator, chcący zacząć przygodę z techniką SMD musi sobie radzić inaczej. We własnym zakresie raczej



Fot. 11 (Roz)lutownica na gorące powietrze

